

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DATA SEISMİK GELOMBANG PERMUKAAN
PADA PERKERASAN LENTUR (*Flexible Pavement*) DENGAN
MENGUNAKAN METODE SASW (*Spectral Analysis of
Surface Wave*) DI JALAN PROPINSI PRAMBANAN-PAKEM**



Diajukan oleh :

GENTUR HANIF AKBAR

20000110168



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DATA SEISMIK GELOMBANG PERMUKAAN
PADA PERKERASAN LENTUR (*Flexible Pavement*) DENGAN
MENGUNAKAN
METODE SASW (*Spectral Analysis of Surface Wave*) DI JALAN PROPINSI
PRAMBANAN-PAKEM**

*Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk mencapai
Derajat Sarjana (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2005**

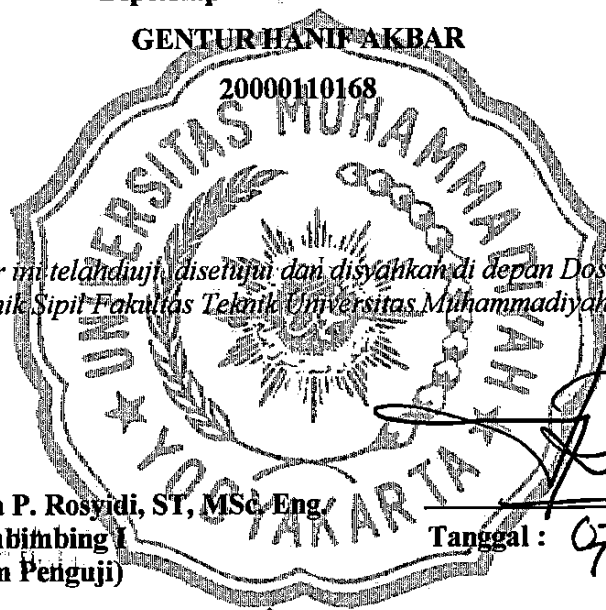
**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS DATA SEISMİK GELOMBANG PERMUKAAN
PADA PERKERASAN LENTUR (*Flexible Pavement*) DENGAN
MENGUNAKAN
METODE SASW (*Spectral Analysis of Surface Wave*) DI JALAN
PRAMBANAN-PAKEM**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

GENTUR HANIF AKBAR

20000110168

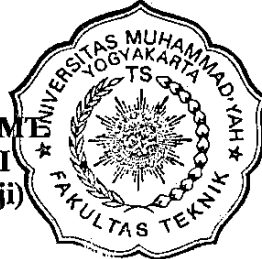


*Tugas akhir ini telah diuji, disetujui dan disahkan di depan Dosen Penguji
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

1. Sri Atmaja P. Rosyidi, ST, MSc Eng
Dosen Pembimbing I
(Ketua Tim Penguji)

Tanggal : 07/03/05

2. Ir. Gendut Hantoro, MT
Dosen Pembimbing II
(Anggota Tim Penguji)



Tanggal : 07/03/05

3. M. Heri Zulfiar, ST. MT.
(Anggota merangkap
Sekertaris Tim Penguji)

Tanggal : 07.03.05

MOTTO

“Aku menghadap kepada Rabb Pencipta langit dan bumi, dengan memegang agama yang lurus dan aku tidak tergolong orang-orang yang musyrik. Sesungguhnya shalat, ibadah dan hidup serta matiku adalah untuk Allah, Rabb seru sekalian alam, tiada sekutu bagi-Nya, dan oleh karena itu, aku diperintahkan dan aku termasuk orang-orang muslim.....”

(HR.Muslim 1/543-535 No.771 (201), Abu Dawud No.760, an-Nasa’i 2/130, Ahmad dan Lainnya)

“Sesungguhnya sebaik-baik perkataan adalah perkataan Allah, sebaik-baik petunjuk adalah petunjuk Muhammad SAW, sejelek-jelek perkara adalah yang diada-adakan, setiap yang diada-adakan adalah bid'ah dan setiap bid'ah itu sesat dan setiap kesesatan tempatnya di Neraka”

(Hadist *shahih*, riwayat Abu Dawud No.2118, an-Nasa’i 3/104 – 105, ad-Dirimi 2/142, Ahmad 1/293, 393, 432, ‘Abdurrazaq No.10449, ath-Thayaaalisi No.338, al-Hakim 2/182 – 183, al Baihaqi 7/146 dari Sahabat ‘Abdullah bin Mas’ud R.A. Lihat *Kutaib Khutbatul Hajah* oleh Syaikh Muhammad Nasiruddin al-Albani rahimahullah)

“ Keutamaan ilmu lebih aku sukai/cintai dari keutamaan ibadah dan sebaik-baik agama kalian adalah al-wara’ ”)

(HR. Al-Hakim 1/92, *Shahih Jami'us Shaghiir* No.4214. Wara' : Meninggalkan apa-apa yang mengkhawatirkan bahayanya di akhirat. (*Bahjatun Nazhirin* 1/325).

Wara' : takwa,berhati-hati dan menjauhkan dari hal-hal yang haram dan syubuhat)”

“ ... belajar, belajar, dan belajar,.. jadilah pelayan Allah yang baik..”

(penyusun)

PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk orang-orang yang saya cintai dan saya sayangi karena Allah :

Bapak Suratmin dan Ibu Endang Sedyaningsih yang terus tanpa kenal lelah memberikan semua yang bapak dan ibu miliki untuk ananda.

....Jazakumullah khairan katshira.

Kakak-kakak saya Akbary Ekanandar beserta keluarga, Gustinar Laeli Fahmi beserta keluarga dan Wiguna Yuniarsih beserta keluarga.

...Barokallahufikum

Saudara-saudariku yang tidak bisa saya tuliskan, semoga Allah membalas amal kalian dengan yang lebih baik.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Alloh SWT yang telah memberikan kemudahan serta kelancaran sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Data Seismik Gelombang Permukaan Pada Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Metode SASW (*Spectral Analysis of Surface Wave*) di Jalan Propinsi Prambanan-Pakem”. Sholawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju ke zaman yang terang benderang sesuai perintah-NYA.

Tak lupa penyusun mengucapkan banyak terima kasih atas segala petunjuk, arahan bimbingan, dukungan, sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik sebagaimana mestinya kepada :

1. Ir. Wahyu Widodo, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Gendut Hantoro, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Dosen Pembimbing II pada pelaksanaan Tugas Akhir ini.
3. Sri Atmaja P. Rosyidi, ST, M. Sc. Eng., sebagai Dosen Pembimbing I yang sudah begitu sabar membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. M. Heri Zulfiar, ST.MT., sebagai Dosen Penguji pada pelaksanaan Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua dan kakak-kakak penyusun.
6. Elwin H, atas kerja samanya sehingga Tugas Akhir kita dapat selesai dengan baik.

Penyusun sangat menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penyusun harapkan sehingga Tugas Akhir ini menjadi lebih sempurna. Akhir kata semoga Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan pembaca semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 2005

(Gentir Hanif Akbar)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xvi
INTISARI.....	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Keaslian Penelitian.....	4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gelombang Seismik.....	5
2.2. Sejarah Berkembangnya SASW.....	7
2.3. Penyebaran Gelombang Rayleigh.....	9
2.4. Analisis Frekuensi.....	10
2.5. Analisis Metode SASW.....	12
2.5.1. Pengukuran Data di Lapangan.....	12
2.5.2. Kurva Penyebaran Gelombang.....	12
2.5.3. Proses Inversi.....	12

BAB III LANDASAN TEORI

3.1. Analisis Frekuensi.....	14
3.2. Pembuatan Kurva Penyebaran Kecepatan Fase.....	16
3.3. Proses Rata-Rata Kecepatan.....	17
3.4. Proses Inversi.....	19
3.5. Perhitungan Modulus Geser dan Modulus Elastisitas.....	21

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Tahap Penelitian.....	23
4.2. Studi Literatur.....	26
4.3. Perumusan Masalah.....	26
4.4. Lokasi Penelitian.....	27
4.5. Alat dan Bahan.....	27
4.6. Teknik Pengumpulan Data.....	30
4.6.1. Penentuan Parameter Studi.....	30
4.6.2. Jenis Data.....	30
4.6.3. Persiapan Pengambilan Data	31
4.6.4. Pengumpulan Data Primer.....	31
4.7. Analisis Hasil.....	34
4.5.1. Fast Fourier Transfor (FFT).....	34
4.5.2. Kecepatan Phase dan Frekuensi.....	34
4.5.3. Kecepatan Gelombang Geser dan Kedalaman	36
4.5.4. Modulus Geser dan Modulus Elastis.....	37
4.5.5. DCP (<i>Dynamic Cone Penetrometre</i>).....	37

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Seismik.....	38
5.2. Spektrum Hasil Analisis FFT.....	45
5.3. Analisis Spektrum	61
.....	61

5.5. Perhitungan Kecepatan Fase.....	63
5.6. Kurva Penyebaran Individu.....	64
5.7. Penyebaran Kurva Gabungan.....	67
5.8. Analisis Kurva Gabungan.....	69
5.9. Proses Inversi.....	70
5.10. Perhitungan Modulus Geser dan Modulus Elastisitas.....	74
5.11. Pembahasan.....	79
5.11.1. Lapisan Permukaan Aspal	79
5.11.2. Lapisan Base.....	83
5.11.3. Lapisan Subgrade.....	88

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan.....	95
6.2. Saran.....	95

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Gambar	Halaman
2.1	Gelombang primer dan gelombang sekunder serta arah propagasinya	5
2.2	Gelombang rayleigh dan gelombang love serta arah propagasinya	7
2.3	Sifat gelombang Rayleigh yang merambat di permukaan media yang berlapis	10
2.4	Grafik <i>auto power spectrum</i> , <i>transfer function</i> dan <i>coherence function</i> .	11
3.1	Kurva penyebaran rata-rata	19
4.2	Ball bearing dan palu	27
4.3	Penganalisis spektrum	29
4.4	Geometri sensor dan sumber gelombang	32
4.5	Geometri titik tengah	33
4.6	Proses penyembunyian	35
5.1	Data analog gelombang yang diterima sensor 1 pada jarak 4 cm	39
5.2	Data analog gelombang yang diterima sensor 2 pada jarak 4 cm	39
5.3	Data analog gelombang yang diterima sensor 1 pada jarak 8 cm	40
5.4	Data analog gelombang yang diterima sensor 2 pada jarak 8 cm	40
5.5	Data analog gelombang yang diterima sensor 1 pada jarak 16 cm	41
5.6	Data analog gelombang yang diterima sensor 2 pada jarak 16 cm	41

Nomor	Gambar	Halaman
5.7	Data analog gelombang yang diterima sensor 1 pada jarak 32 cm	42
5.8	Data analog gelombang yang diterima sensor 2 pada jarak 32 cm	42
5.9	Data analog gelombang yang diterima sensor 1 pada jarak 64 cm	43
5.10	Data analog gelombang yang diterima sensor 2 pada jarak 64 cm	43
5.11	Data analog gelombang yang diterima sensor 1 pada jarak 100 cm	44
5.12	Data analog gelombang yang diterima sensor 2 pada jarak 100 cm	44
5.13	(a) spektrum tenaga auto sensor 1, (b) spektrum tenaga auto sensor 2, (c) spektrum tenaga silang, (d) fungsi transformasi, (e) fungsi koheren pada jarak sensor 4 cm	45
5.14	(a) spektrum tenaga auto sensor 1, (b) spektrum tenaga auto sensor 2, (c) spektrum tenaga silang, (d) fungsi transformasi, (e) fungsi koheren pada jarak sensor 8 cm	48
5.15	(a) spektrum tenaga auto sensor 1, (b) spektrum tenaga auto sensor 2, (c) spektrum tenaga silang, (d) fungsi transformasi, (e) fungsi koheren pada jarak sensor 16 cm	51
5.16	(a) spektrum tenaga auto sensor 1, (b) spektrum tenaga auto sensor 2, (c) spektrum tenaga silang, (d) fungsi transformasi, (e) fungsi koheren pada jarak sensor 32 cm.	53

Nomor	Gambar	Halaman
5.17	(a) spektrum tenaga auto sensor 1, (b) spektrum tenaga auto sensor 2, (c) spektrum tenaga silang, (d) fungsi transformasi, (e) fungsi koheren pada jarak sensor 64 cm	56
5.18	(a) spektrum tenaga auto sensor 1, (b) spektrum tenaga auto sensor 2, (c) spektrum tenaga silang, (d) fungsi transformasi, (e) fungsi koheren pada jarak sensor 100 cm	58
5.19	(a) Gelombang individu yang <i>dimasking</i> pada jarak 16 cm, (b) gelombang individu yang <i>dimasking</i> pada jarak 64 cm, (c) gelombang individu yang <i>dimasking</i> pada jarak 100 cm	61
5.20	Spektrum fase fungsi transformasi yang digunakan untuk membuat kurva penyebaran. (a) <i>wrapped</i> , (b) <i>unwrapped</i> pada jarak antar sensor 16 cm	62
5.21	Kurva penyebaran individu pada Km 23+500, jarak antar sensor (a) 4 cm, (b) 8 cm, (c) 16 cm, (d) 32 cm, (e) 64 cm, (f) 100 cm	64
5.22	Kurva penyebaran gabungan	68
5.23	Kurva penyebaran gabungan berkualitas baik	68
5.24	Kurva penyebaran pengujian rata-rata global	69
5.25	Profil hubungan kecepatan fase dan kedalaman	72
5.26	Profil hubungan ke cepatan gelombang rayleigh dan kedalaman	73
5.27	Profil hubungan modulus geser dan kedalaman	77
5.28	Profil hubungan modulus elastis dan kedalaman	78

DAFTAR TABEL

Nomor	Tabel	Halaman
5.1	Contoh hasil perhitungan kecepatan gelombang geser (V_s) dan kedalaman (H)	70
5.2	Pembacaan nilai V_s, λ, H dan amplitudo dari Gambar 5.25	74
5.3	Contoh hasil perhitungan modulus geser (G) dan modulus elastis (E)	74
5.4	Kecepatan gelombang geser (V_s) hasil dari analisis metode SASW	79
5.5	Kesimpulan hasil analisis statistik kecepatan gelombang geser (V_s) aspal Jalan Prambanan-Pakem	79
5.6	Modulus elastisitas (E) aspal hasil dari analisis metode SASW	80
5.7	Kesimpulan hasil analisis statistik modulus elastisitas (E) aspal Jalan Prambanan-Pakem	80
5.8	Modulus geser (G) aspal dengan metode SASW	81
5.9	Kesimpulan hasil analisis statistik modulus geser (G) aspal Jalan Prambanan-Pakem	81
5.10	Ketebalan lapisan permukaan dengan metode SASW pada setiap stasiun	82
5.11	Kesimpulan hasil analisis statistik ketebalan dengan metode SASW Jalan Prambanan-Pakem	82
5.12	Kedalaman SASW dan DCP	83
5.13	Kesimpulan hasil analisis statistik ketebalan lapisan base dengan analisis metode SASW	83
5.14	Kesimpulan hasil analisis statistik ketebalan lapisan base dari hasil DCP	84

Nomor	Tabel	Halaman
5.15	Perbedaan ketebalan dari hasil analisis SASW dengan DCP	84
5.16	Kecepatan gelombang geser (E) base dari analisis metode SASW	86
5.17	Kesimpulan hasil analisis statistik kecepatan gelombang geser (Vs) base Jalan Prambanan-Pakem	86
5.18	Modulus elastisitas (E) base dari hasil analisis SASW	86
5.19	Kesimpulan hasil analisis statistik modulus elastisitas (E) base Jalan Prambanan-Pakem	87
5.20	Perbedaan nilai modulus elastisitas lapisan base dengan peneliti sebelumnya	88
5.21	Kecepatan gelombang geser (Vs) subgrade dari analisis SASW	89
5.22	Kesimpulan hasil analisis statistik kecepatan gelombang geser (Vs) Jalan Prambanan-Pakem	89
5.23	Perbandingan kecepatan gelombang geser dengan peneliti sebelumnya	90
5.24	Modulus elastisitas (E) subgrade dari metode analisis SASW	91
5.25	Kesimpulan hasil analisis statistik modulus elastis (E) subgrade Jalan Prambanan-Pakem	91
5.26	Hasil hitungan modulus elastis dan modulus geser subgrade	92
5.27	Perbandingan modulus dinamik geser bahan subgrade	92
5.28	Ketebalan subgrade dengan analisis metode SASW	93

Nomor	Tabel	Halaman
5.29	Kesimpulan hasil analisis statistik ketebalan subgrade dengan analisis metode SASW Jalan Prambanan-Pakem	93
5.30	Kesimpulan hasil analisis statistik kecepatan gelombang (Vs) Jalan Prambanan-Pakem	94

DAFTAR SIMBOL

E	= modulus elastik dinamik
f	= frekuensi gelombang.
G	= modulus geser.
G_{xx}	= spektrum tenaga auto.
G_{xy}	= spektrum tenaga silang.
H	= kedalaman lapisan.
r	= rasio peningkatan tetap (<i>constant increment ratio</i>).
t	= waktu gelombang.
$\gamma^2(f)$	= nilai koheren.
V_R	= kecepatan gelombang R (Rayleigh).
V_s	= kecepatan gelombang geser.
\bar{x}	= rata-rata (<i>mean</i>)
μ	= angka poisson material.
γ	= berat jenis bahan.
λ	= panjang gelombang.
ϕ	= beda fase.